**Aus dem Hygienischen Institut der Universität Marburg-Lahn**
Direktor: Professor Dr. W. Pfannenstiel

# Die Steigerung der Höhenfestigkeit durch Kreislaufmittel und Vitamine

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADES
IN DER ZAHNHEILKUNDE
DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER PHILIPPS-UNIVERSITÄT ZU MARBURG

vorgelegt von

**Hertha Forster**
approb. Zahnärztin aus Saarlautern

MARBURG-LAHN 1940
BUCHDRUCKEREI HERMANN BAUER

Angenommen von der Medizinischen Fakultät
zu Marburg am 30. 3. 1940.

Referent: Professor Dr. W. Pfannenstiel.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

*Meinen lieben Eltern*

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547924_0141

## Einleitung

Das Fliegen in großen Höhen stellt gänzlich veränderte Ansprüche, nicht nur an die Lungenatmung und den Kreislauf, sondern in besonderem Maße an die Gewebeatmung und damit an eine Reihe von enzymatisch gesteuerten Regulationsmechanismen. Ein Versagen des Kreislaufs oder des Stoffaustausches im Gewebe muß sich stets verhängnisvoll auswirken und zum Versagen des ganzen Organismus führen. Es ist deshalb auch naheliegend, daß man bereits verschiedentlich die Wirkung pharmakologisch wirksamer Stoffe zu erforschen versucht hat, die den Schädigungen des Höhenfluges ausgleichend entgegenzuwirken vermöchten. Hierbei kamen in erster Linie kreislauftonisierende Mittel in Betracht.

Auf Grund der Untersuchungen von *Pfannenstiel*[1] und *Dörholt*[3] konnte die Feststellung getroffen werden, daß auch Vitamine, im vorliegendem Fall das Vitamin C, in hervorragendem Maße geeignet sind, die Höhenfestigkeit zu steigern.

Ferner verdanken wir diesen Forschungen folgende wichtige Ergebnisse:

1. Zunahme des Glutathiongehaltes der Blutkörperchen um 30 bis 45% bei Sauerstoffmangel *(Gabbe*[2]).
2. Vitamin C vermag die Höhenfestigkeit eindeutig zu steigern *(Pfannenstiel*[1]).
3. Haemoglobingehalt und Erythrozytenzahl nehmen bei Höhenversuchen zu (zahlreiche Beobachtungen).
4. Leichte Erscheinungen von Berg- bezw. Höhenkrankheit in 4000 m ließen sich mit Cardiazol beheben *(Krause*[4]).
5. Oberhalb von 3000 m beobachtet man ein mäßiges Ansteigen des Atemvolumens *(Benzinger*[8]).
6. Zentral angreifende Analeptica wirken leistungs- und höhensteigernd *(Majdrakoff*[5]).

## Eigene Versuche

In meinen Versuchen wollte ich nun die durch Höhenflug entstandenen Kreislaufinsuffizienzen durch Injektionen von Kreislaufmitteln und Vitaminen herabsetzen bezw. ganz ausschalten. Zu diesem Zweck benutzte ich die von *Pfannenstiel*[1] und seinen Mitarbeitern angegebene Unterdruckkammer und wählte als Versuchstiere

Kaninchen.* Die Tiere waren fast alle gleichgroß und hatten ein Gewicht von 2,5—4,5 Pfund. Sie wurden zu Vieren im Käfig gehalten und bekamen Normalfutter, das aus Heu, Runkeln und Kleie bestand.

Kurz vor Einbringen der Versuchstiere in die Unterdruckkammer wurde ihnen die zu untersuchende Substanz injiziert, und zwar ging ich dabei folgendermaßen vor:

Es kamen in die Unterdruckkammer:

Am ersten Versuchstage 4 Tiere
A und B mit Vorbehandlung,
C und D ohne Vorbehandlung;
am zweiten Tage
C und D mit Vorbehandlung,
A und B ohne Vorbehandlung
am dritten Tage
A und B mit Vorbehandlung,
C und D ohne Vorbehandlung;
am vierten Tage
C und D mit Vorbehandlung,
A und B ohne Vorbehandlung.

So diente an jedem Versuchstage die eine Gruppe der anderen zur gegenseitigen Kontrolle. Auf den Einfluß der Höhenfestigkeit prüfte ich die von der Firma *Knoll* hergestellten Präparate in folgender Dosierung:

Cardiazol 0,1 g;
Cardiazol-Traubenzucker 0,1 g + 0,4 g;
Cardiazol-Veritol 0,1 g + 0,01 g;
Veritol 0,01 g;
Veritol-Traubenzucker 0,01 g + 0,4 g;
Cardiazol-Veritol-Traubenzucker 0,05 g + 0,005 g + 0,4 g;
Veritol ascorbinicum 0,016 g;
Veritol ascorbinicum + l-Ascorbinsäure 0,016 g + 0,05 g;
Veritol ascorbinicum + l-Ascorbinsäure + Cardiazol 0,016 g + 0,05 g + 0,1 g.

Weiter versuchte ich das von der Firma *Hoffmann-LaRoche* hergestellte Vitamin $B_1$ in der Dosierung von 0,002 g.

*) Allerdings ist bei den gesamten Versuchen stets zu berücksichtigen, daß Tiere unter ganz anderen Umständen sich den Veränderungen des Luftdrucks bezw. des Höhenfluges anzupassen vermögen als die Menschen. Dies ist schon in der aufrechten Körperhaltung des Menschen im Gegensatz zum Tier begründet. Dieser wesentliche Unterschied darf daher nicht außer Acht gelassen werden, zumal ja tierexperimentelle Untersuchungen und ihre Ergebnisse niemals mit Sicherheit über die therapeutische Anwendung beim Menschen entscheiden können.

Sämtliche Mittel wurden intramuskulär injiziert, ausgenommen die traubenzuckerhaltigen Kombinationen, welche intravenös verabreicht wurden.

Höhentabelle:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 685 | mm Hg | = | 1 000 | m Höhe, |
| 595 | „ | = | 2 000 | „ |
| 525 | „ | = | 3 000 | „ |
| 461 | „ | = | 4 000 | „ |
| 403 | „ | = | 5 000 | „ |
| 352 | „ | = | 6 000 | „ |
| 266 | „ | = | 8 000 | „ |
| 198 | „ | = | 10 000 | „ |
| 146 | „ | = | 12 000 | „ |
| 90 | „ | = | 15 000 | „ |

Nachdem die Tiere in die Unterdruckkammer gebracht worden waren, saßen sie meist ruhig schnuppernd und zusammengekauert da. Die Dauer eines jeden Versuches betrug 45—60 Minuten. Die Aufstieggeschwindigkeit war bei den mittleren Höhen, also bei etwa 525—403 mm Hg, eine schnellere als bei den größeren, bei ungefähr 266—198 bezw. 146 mm Hg. Bis zu einem Unterdruck von 520 mm Hg war in den seltensten Fällen irgend eine Reaktion zu beobachten. Das Tier saß bis zu diesen Höhen meist ruhig im Kasten und reagierte noch häufig auf Geräusche, die von außen kamen, z. B. Klopfen auf die Glasglocke der Unterdruckkammer. Die Tiere stellten sich auf und drehten sich im Kasten umher.

Bei einer Druckverminderung auf 440 mm Hg fingen sie leicht an zu zittern. Bei noch geringerem Druck, etwa 350 und 250 mm Hg ließ sich eine beschleunigte Atmung und eine gewisse Unruhe feststellen. Die Kaninchen drehten sich im Kasten hin und her, meist trat reichlich Speichelfluß auf, die Ohren hingen schlaff herab. Bei etwa 240—200 mm Hg Unterdruck lagen die Tiere fast immer lang ausgestreckt oder eng zusammengekauert, den Kopf tief zurück im Nacken. Die Atmung war völlig flach und stark beschleunigt. Im Blut trat eine starke $CO_2$-Anreicherung auf, was sich an den dunkelrot gefärbten Ohrrandvenen leicht erkennen ließ. Bei etwa 180—160 mm Hg Unterdruck lagen die Tiere meist völlig apathisch und lang ausgestreckt im Kasten. Einige dagegen gerieten in ein sehr starkes Erregungsstadium, sodaß der Versuch fast immer sofort abgebrochen werden mußte. Im allgemeinen trat bei einem Unterdruck von 180—160 mm Hg ein Stadium ein, das sich sehr oft in Form von starker Unruhe mit darauf folgender völliger Er-

schöpfung oder auch in klonischen und tetanischen Krämpfen äußerte. Sehr oft jedoch kollabierten die Tiere regelrecht. Jeder Höhenversuch wurde beim Auftreten dieser Symptome sofort abgebrochen. Die Höhengrenze für jedes einzelne Kaninchen unterlag geringen Schwankungen, die aber für die Gesamtheit der Versuche keine wesentliche Rolle spielten.

Bei meinen Versuchen konnte ich feststellen, daß von den Kaninchen die der weißen und schwarzen Rasse weniger widerstandsfähig waren als die der graubraunen bezw. grauweißen.

Um eine Schädigung des betreffenden Versuchstieres zu verhindern, erhöhte ich den Luftdruck allmählich und konnte dabei beobachten, daß sich die Tiere auch wieder langsam erholten. In den seltensten Fällen konnte ich nach vollständiger Beendigung des Versuches irgend eine schädigende Wirkung auf das Tier feststellen. Die Kaninchen passen sich bei mehrmaliger Wiederholung des Höhenversuches sehr rasch den veränderten Luftdruckverhältnissen an. Daher ließ sich ein geringer Trainingseffekt bei den Tieren der letzten Versuchsreihe fast immer durch die viermalige Wiederholung des Versuches bemerken; dieser Trainingseffekt muß dabei in Abzug gebracht werden. Jedes Training bewirkt im Organismus eine bessere Ausnutzung der normal vorhandenen Kräfte. In der Unterdruckkammer erreichen die Kaninchen durch Training:

1. Einsatz der Kraftreserven des Kreislaufsystems,
2. die Gewebeatmung wird gesteigert,
3. die in vermindertem Maße vorhandene Sauerstoffmenge wird durch veränderte Atemtechnik besser ausgenützt.

Der Unterschied bei den einzelnen Tieren bestand darin, daß die nicht vorbehandelten bedeutend eher erschöpft waren bezw. kollabierten als die mit Kreislaufmitteln oder Vitaminen behandelten Kaninchen.

Eine geringfügige, aber ungleichmäßige Steigerung der Höhenfestigkeit ließ sich mit Cardiazol erzielen. Dieses Mittel wurde wegen seiner den Kreislauf tonisierenden Wirkung gewählt, die sich bei Teilnehmern einer Himalajaexpedition in der Höhe günstig auswirkte (*Allwein*[7]).

**Cardiazol.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tier 1** | | | | | | |
| 1. Tag | mit | „ | = 160 mm Hg | +10 | | |
| 2. „ | ohne | „ | = 170 „ | | | +15 |
| 3. „ | mit | „ | = 165 „ | + 5 | | |
| 4. „ | ohne | „ | = 170 „ | | | |
| **Tier 2** | | | | | | |
| 1. Tag | mit | „ | = 160 mm Hg | +10 | | |
| 2. „ | ohne | „ | = 170 „ | | | −10 |
| 3. „ | mit | „ | = 180 „ | −20 | | |
| 4. „ | ohne | „ | = 160 „ | | | |
| **Tier 3** | | | | | | |
| 1. Tag | ohne | „ | = 170 mm Hg | −15 | | |
| 2. „ | mit | „ | = 185 „ | | | − 5 |
| 3. „ | ohne | „ | = 160 „ | +10 | | |
| 4. „ | mit | „ | = 150 „ | | | |
| **Tier 4** | | | | | | |
| 1. Tag | ohne | „ | = 190 mm Hg | +40 | | |
| 2. „ | mit | „ | = 150 „ | | | +45 |
| 3. „ | ohne | „ | = 160 „ | + 5 | | |
| 4. „ | mit | „ | = 155 „ | | | |
| | | | | | | +45 |

Den guten Einfluß des Traubenzuckers auf die Höhenfestigkeit versuchte ich durch Kombination mit Cardiazol noch zu steigern.

**Cardiazol-Traubenzucker.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tier 15** | | | | | | |
| 1. Tag | mit | „ | = 150 mm Hg | +10 | | |
| 2. „ | ohne | „ | = 160 „ | | | +40 |
| 3. „ | mit | „ | = 170 „ | +30 | | |
| 4. „ | ohne | „ | = 200 „ | | | |
| **Tier 16** | | | | | | |
| 1. Tag | mit | „ | = 150 mm Hg | +10 | | |
| 2. „ | ohne | „ | = 160 „ | | | +10 |
| 3. „ | mit | „ | = 160 „ | ± 0 | | |
| 4. „ | ohne | „ | = 160 „ | | | |
| **Tier 17** | | | | | | |
| 1. Tag | ohne | „ | = 200 mm Hg | +30 | | |
| 2. „ | mit | „ | = 170 „ | | | +25 |
| 3. „ | ohne | „ | = 150 „ | − 5 | | |
| 4. „ | mit | „ | = 155 „ | | | |
| **Tier 19** | | | | | | |
| 1. Tag | ohne | „ | = 190 mm Hg | +30 | | |
| 2. „ | mit | „ | = 160 „ | | | +45 |
| 3. „ | ohne | „ | = 160 „ | +15 | | |
| 4. „ | mit | „ | = 145 „ | | | |
| | | | | | | +120 |

Veritol oder ß-(p-Oxyphenyl)-isopropylmethylamin ist ein synthetisches Produkt der Adrenalin-Ephedrinreihe. Es ist ein Kreislaufmittel mit vorwiegend peripherem Angriffspunkt. Seine Haupt-

wirkung spielt sich am Kreislauf ab und ist gekennzeichnet:

1. Durch Förderung des Blutrückflusses zum Herzen und
2. durch Verbesserung der Herzleistung.

Im Gegensatz zum Adrenalin wird durch Veritol die Durchblutung der Organe gesteigert. Die Atemfrequenz wird durch Veritol nicht gesteigert, die Atmung selbst jedoch wird vertieft.

Meine Versuche mit Veritol verliefen fast alle negativ, d. h. die vorbehandelten Tiere erreichten kaum größere Höhen als die nicht vorbehandelten.

**Veritol.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tier 5** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 170 mm Hg | − 5 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 165 „ | | − 5 |
| | 3. „ | mit | „ | = 160 „ | ± 0 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 160 „ | | |
| **Tier 6** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 185 mm Hg | −15 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 170 „ | | −35 |
| | 3. „ | mit | „ | = 180 „ | −20 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 160 „ | | |
| **Tier 7** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 175 mm Hg | +20 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 155 „ | | +30 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 170 „ | +10 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 160 „ | | |
| **Tier 8** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 180 mm Hg | ± 0 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 180 „ | | − 5 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 155 „ | − 5 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 160 „ | | |
| | | | | | | −15 |

Auch die Kombination Veritol-Traubenzucker wies keine Erfolge auf.

**Veritol-Traubenzucker.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tier 25** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 160 mm Hg | −10 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 150 „ | | −10 |
| | 3. „ | mit | „ | = 160 „ | ± 0 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 160 „ | | |
| **Tier 26** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 160 mm Hg | −10 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 150 „ | | −15 |
| | 3. „ | mit | „ | = 150 „ | − 5 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 145 „ | | |
| **Tier 27** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 145 mm Hg | − 5 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 150 „ | | −10 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 145 „ | − 5 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 150 „ | | |
| **Tier 28** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 150 mm Hg | −30 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 180 „ | | −20 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 160 „ | +10 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 150 „ | | |
| | | | | | | −55 |

Mit der Kombination Cardiazol-Veritol war ebenfalls keine Steigerung der Höhenfestigkeit zu erzielen.

**Cardiazol-Veritol.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tier 10** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 190 mm Hg | −10 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 180 „ | | −10 |
| | 3. „ | mit | „ | = 160 „ | ± 0 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 160 „ | | |
| **Tier 12** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 170 mm Hg | +20 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 190 „ | | +20 |
| | 3. „ | mit | „ | = 160 „ | ± 0 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 160 „ | | |
| **Tier 14** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 180 mm Hg | ± 0 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 180 „ | | +10 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 200 „ | +10 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 190 „ | | |
| **Tier 18** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 170 mm Hg | −20 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 190 „ | | −50 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 170 „ | −30 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 200 „ | | −30 |

Das gleiche negative Ergebnis war bei der Kombination Cardiazol-Veritol-Traubenzucker zu beobachten.

**Cardiazol-Veritol-Traubenzucker.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tier 29** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 170 mm Hg | −10 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 160 „ | | −15 |
| | 3. „ | mit | „ | = 150 „ | − 5 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 145 „ | | |
| **Tier 30** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 160 mm Hg | − 5 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 155 „ | | −15 |
| | 3. „ | mit | „ | = 160 „ | −10 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 150 „ | | |
| **Tier 31** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 150 mm Hg | ± 0 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 150 „ | | + 5 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 155 „ | + 5 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 150 „ | | |
| **Tier 32** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 160 mm Hg | +10 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 150 „ | | +10 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 150 „ | ± 0 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 150 „ | | −15 |

Da bereits verschiedene Versuche mit Vitamin C bezüglich seines günstigen Einflusses auf die Höhenfestigkeit gemacht wurden, ver-

suchte ich die vorher untersuchten Kreislaufmittel in Kombination mit Vitamin C. Es wurde Veritol-ascorbinicum. injiziert. Die Wirkung war keine bessere als bei reinen Veritolgaben.

**Veritol-ascorbinicum.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tier 33** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 160 mm Hg | −10 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 150 „ | | −10 |
| | 3. „ | mit | „ | = 150 „ | ± 0 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 150 „ | | |
| **Tier 34** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 160 mm Hg | − 5 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 155 „ | | − 5 |
| | 3. „ | mit | „ | = 160 „ | ± 0 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 160 „ | | |
| **Tier 35** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 150 mm Hg | + 5 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 145 „ | | − 5 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 150 „ | −10 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 160 „ | | |
| **Tier 36** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 150 mm Hg | + 5 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 145 „ | | ± 0 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 145 „ | − 5 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 150 „ | | −20 |

Als weitere Kombination versuchte ich Veritol-ascorbinicum-l-Ascorbinsäure; die Höhenfestigkeit wurde hierdurch geringfügig gesteigert. Die behandelten Tiere erreichten fast alle etwas größere Höhen als die Kontrollen.

**Veritol-ascorbinicum-l-Ascorbinsäure**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tier 41** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 160 mm Hg | +10 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 150 „ | | +10 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 150 „ | ± 0 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 150 „ | | |
| **Tier 42** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 155 mm Hg | + 5 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 150 „ | | +10 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 155 „ | + 5 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 150 „ | | |
| **Tier 43** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 155 mm Hg | + 5 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 160 „ | | +10 |
| | 3. „ | mit | „ | = 150 „ | + 5 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 155 „ | | |
| **Tier 44** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 160 mm Hg | ± 0 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 160 „ | | +10 |
| | 3. „ | mit | „ | = 150 „ | +10 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 160 „ | | +40 |

Die Versuche mit der Verbindung Veritol-ascorbinicum-Cardiazol ergaben keine so günstigen Resultate, denn es konnte nur in Einzelfällen eine höhensteigernde Wirkung festgestellt werden.

**Veritol-ascorbinicum-Cardiazol.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tier 37** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 160 mm Hg | ± 0 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 160 „ | | −40 |
| | 3. „ | mit | „ | = 200 „ | −40 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 160 „ | | |
| **Tier 38** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 170 mm Hg | −20 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 150 „ | | −25 |
| | 3. „ | mit | „ | = 155 „ | − 5 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 150 „ | | |
| **Tier 39** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 155 mm Hg | + 5 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 150 „ | | +20 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 160 „ | +15 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 145 „ | | |
| **Tier 40** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 160 mm Hg | +10 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 150 „ | | +50 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 190 „ | +40 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 150 „ | | |
| | | | | | | + 5 |

Veritol-ascorbinicum-l-Ascorbinsäure + Cardiazol vermochte wohl auch wegen seiner freien l-Ascorbinsäure Komponente bei der Mehrzahl der Tiere Steigerungen der Höhenfestigkeit zu bewirken.

**Veritol-ascorbinicum-l-Ascorbinsäure-Cardiazol.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tier 45** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 160 mm Hg | +10 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 150 „ | | +20 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 160 „ | +10 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 150 „ | | |
| **Tier 46** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 160 mm Hg | +10 | |
| | 2. „ | mit | „ | = 150 „ | | +30 |
| | 3. „ | ohne | „ | = 180 „ | +20 | |
| | 4. „ | mit | „ | = 160 „ | | |
| **Tier 47** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 155 mm Hg | − 5 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 150 „ | | + 5 |
| | 3. „ | mit | „ | = 150 „ | +10 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 160 „ | | |
| **Tier 48** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 160 mm Hg | ± 0 | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 160 „ | | ± 0 |
| | 3. „ | mit | „ | = 160 „ | ± 0 | |
| | 4. „ | ohne | „ | = 160 „ | | |
| | | | | | | +55 |

Durch Verabreichung von Vitaminen wird die Gewebsatmung intensiver und es ist anzunehmen, daß durch die pharmakologisch günstigen Wirkungen dieser Stoffe das Auftreten der Anoxämie im Organismus verzögert wird. Von sehr gleichmäßiger und sicherer Wirkung war daher auch die Verabreichung von Vitamin $B_1$. Dieses wirkt in phosphorylierter Form als Co-Ferment der Carboxylase. Man nimmt an, daß es sich bei der Beseitigung von Stoffwechselprodukten (Brenztraubensäure) des Kohlehydrat-Haushaltes im Gehirn, welche unter Sauerstoffmangel in größerer Menge auftreten können, beteiligt. Ganz spezifisch wirkt es sich auf den Herzmuskel und dessen Zuckerumsatz aus.

Der Mangel des Vitamins $B_1$ hat im Herzen eine Milchsäurestauung zur Folge. Bei Anwendung dieses Vitamins besteht also die Möglichkeit, daß es eine Anhäufung von Stoffwechselschlacken verhindert.

**Vitamin $B_1$.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tier 49** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 160 mm Hg | | |
| | 2. „ | mit | „ | = 150 „ | +10 | |
| | 3. „ | ohne | „ | = 150 „ | | +15 |
| | 4. „ | mit | „ | = 145 „ | + 5 | |
| **Tier 50** | | | | | | |
| | 1. Tag | ohne | „ | = 180 mm Hg | | |
| | 2. „ | mit | „ | = 150 „ | +30 | |
| | 3. „ | ohne | „ | = 160 „ | | +40 |
| | 4. „ | mit | „ | = 150 „ | +10 | |
| **Tier 51** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 150 mm Hg | | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 150 „ | ± 0 | |
| | 3. „ | mit | „ | = 160 „ | | ± 0 |
| | 4. „ | ohne | „ | = 160 „ | ± 0 | |
| **Tier 52** | | | | | | |
| | 1. Tag | mit | „ | = 150 mm Hg | | |
| | 2. „ | ohne | „ | = 160 „ | +10 | |
| | 3. „ | mit | „ | = 150 „ | | +20 |
| | 4. „ | ohne | „ | = 160 „ | +10 | |
| | | | | | | +75 |

Neben der l-Ascorbinsäure und den mit ihr kombinierten Präparaten insbesondere neben dem Traubenzucker zeigte also auch das Vitamin $B_1$ erkennbare höhensteigernde Wirkungen.

Bezüglich des Ascorbinsäureanteils stellen diese Ergebnisse also eine Bestätigung der Angaben von *Pfannenstiel*[1] und *Dörholt*[3] dar.

Der geringe Erfolg bei der Anwendung von Kreislaufmitteln läßt vermuten, daß der Kernpunkt des Problems: „Steigerung der Höhenfestigkeit" nicht lediglich in Kreislauf und Atmung, sondern in der Gewebsatmung und in enzymatischen Vorgängen des Organismus zu suchen ist.

## Zusammenfassung

1. Im Unterdruckkammer-Versuch beim Kaninchen läßt sich die Höhenfestigkeit mit Cardiazol nicht eindeutig steigern.
2. Durch die Kombination Cardiazol-Traubenzucker war dagegen eine deutliche Erhöhung der Höhenfestigkeit zu erzielen.
3. Veritol, Veritol mit Traubenzucker kombiniert, Cardiazol-Veritol, Cardiazol-Veritol-Traubenzucker, Veritol-ascorbinicum, Veritol-ascorbinicum-Cardiazol zeigten keine eindeutigen Wirkungen.
4. Veritol-ascorbinicum-l-Ascorbinsäure und Veritol-ascorbinicum-l-Ascorbinsäure + Cardiazol vermochten dank ihrer C-Vitamin-Komponente die Höhenfestigkeit bei der Mehrzahl der Tiere zu steigern.
5. Vitamin $B_1$ erwies sich in eindeutiger Weise höhensteigernd.

Zum Schlusse möchte ich Herrn Professor Dr. *W. Pfannenstiel* bestens danken für die freundliche Ueberlassung meiner Arbeit.

Herrn Dr. *Büsing* danke ich für die liebenswürdige Beratung.

# Literatur.


1. Pfannenstiel: Luftfahrtmed. Abhandl. Bd. 2, Heft 3/4. 1938.
2. Gabbe: Luftfahrtmedizin 2 (1938): 188.
3. Dörholt: Inaug.-Diss.: Tierexper. Untersuch. über den Einfluß des Vitamins C auf die Höhenfestigkeit. 1938.
4. Krause: Med. Klin., 1929, Nr. 47.
5. Majdrakoff: Bulgarska Klinika, 1936, Nr. 4.
6. Müller: Inaug.-Diss.: Das Verhalten der Vitamin-C-Ausscheidung im Urin bei Höhenversuchen an Kaninchen. 1939.
7. Allwein: Dtsch. med. Wschr. 1935, Nr. 29, S. 1164.
8. Benzinger: Aussprache-, Luftfahrtmed. Abhandlung, Band 1, Heft 4, Seite 295.

   Benzinger und Hartmann: Die Zusammenstellung zwischen Atemvolumen und Gasstoffwechsel untersucht mit fortlaufenden registrierenden Methoden; Luftfahrtmed. Abhandlung, Band 1, Seite 129.


# Lebenslauf.

Am 9. Dezember 1913 wurde ich in Fraulautern/Saar (Saarlautern -3-) geboren. Mit Beginn meiner Schulpflicht besuchte ich die Ursulinenschule in Saarbrücken, wo ich im März 1934 die Reifeprüfung ablegte.

Anschließend studierte ich zwei Semester Medizin in Tübingen, weitere zwei Semester in Heidelberg. Anschließend studierte ich in Heidelberg Zahnheilkunde. Im Herbst 1937 kam ich nach Marburg, wo ich im Juli 1938 die zahnärztliche Vorprüfung bestand. Im Oktober 1939 legte ich in Marburg das zahnmedizinische Staatsexamen ab. Seit dieser Zeit bin ich am zahnärztlichen Institut der Universität Marburg als Assistentin tätig.

Meine akademische Lehrer waren:

in Tübingen: Harms, Knoop, Lehmann, Meisenheim †, Oertel †.

in Heidelberg: Achelis, Becker, Freudenberg, Hirt, Schmidthuber, Seybold.

in Marburg: Dittler, Fliege, Gremels, Grüneisen, Heuser, Jakobshagen, Klapp, Meerwein, Pfannenstiel, v. Reckow, Ruete, Schedler, Versé.